

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 0 899 859 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
03.03.1999 Patentblatt 1999/09

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: H02M 1/12, H02M 7/48

(21) Anmeldenummer: 98810725.6

(22) Anmeldetag: 28.07.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:  
• Steinke, Jürgen, Dr.  
79774 Albbruck (DE)  
• Stulz, Christian, Dr.  
8008 Zürich (CH)

(30) Priorität: 23.08.1997 DE 19736786

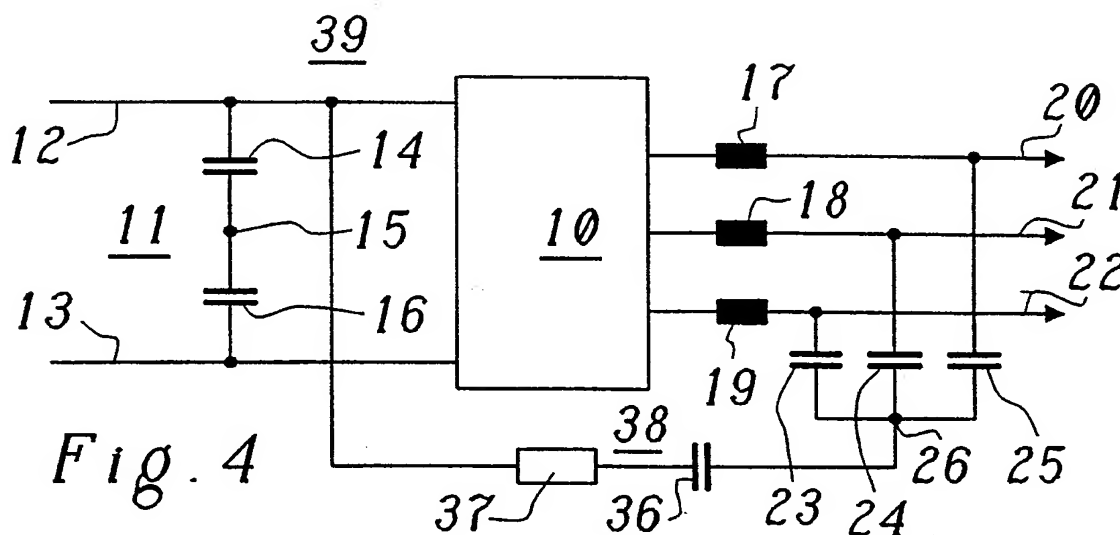
(74) Vertreter: Lück, Gert, Dr. et al  
Asea Brown Boveri AG  
Immaterialgüterrecht (TEI)  
Haselstrasse 16/699 I  
5401 Baden (CH)

(71) Anmelder: Asea Brown Boveri AG  
5401 Baden (CH)

### (54) U-Umrichter

(57) Bei einem U-Umrichter (39) mit einem Spannungszwischenkreis (11) und einem auf den Spannungszwischenkreis (11) folgenden Wechselrichter (10), welcher Wechselrichter (10) an seinen Ausgängen eine 3-phasige Wechselspannung abgibt und über eine Filteranordnung (17,...,19; 23,...,25) mit den Ausgangsklemmen (20,...,22) des U-Umrichters (39) in Verbindung steht, wobei die Filteranordnung jeweils eine zur

Ausgangsklemme (20,...,22) in Serie liegende Filterdrossel (17,...,19) und einen von der Ausgangsklemme (20,...,22) zu einem gemeinsamen Kondensatorsternpunkt (26) führenden Filterkondensator (23,...,25) umfasst, wird eine wirksame Dämpfung des Gleichsystems dadurch erreicht, dass der Kondensatorsternpunkt (26) über ein RC-Glied (38) mit einem Kondensator (36) und einem Widerstand (37) an den Spannungszwischenkreis (11) angeschlossen ist.



## Beschreibung

### TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Leistungselektronik. Sie betrifft einen U-Umrichter mit einem Spannungszwischenkreis und einem auf den Spannungszwischenkreis folgenden Wechselrichter, welcher Wechselrichter an seinen Ausgängen eine 3-phasige Wechselspannung abgibt und über eine Filteranordnung mit den Ausgangsklemmen des U-Umrichters in Verbindung steht, wobei die Filteranordnung jeweils eine zur Ausgangsklemme in Serie liegende Filterdrossel und einen von der Ausgangsklemme zu einem gemeinsamen Kondensatorsternpunkt führenden Filterkondensator umfasst.

**[0002]** Ein solcher U-Umrichter ist z. B. aus der Druckschrift EP-A1-0 682 401 (Fig. 1) bekannt.

### STAND DER TECHNIK

**[0003]** Zur prinzipiell verlustfreien Filterung der Ausgangsspannung eines Umrichters mit Spannungszwischenkreis (U-Umrichter) kommt heutzutage ein Filter bestehend aus Filterdrosseln und Filterkondensatoren (LC-Filter) zum Einsatz. Eine mögliche Ausführungsform ist die mit in Sternschaltung angeordneten Filterkondensatoren, wie sie in der eingangs genannten Druckschrift beschrieben und in Fig. 1 wiedergegeben ist. Der U-Umrichter 39 der Fig. 1 umfasst dabei einen Spannungszwischenkreis 11 mit zwei Klemmen 12 und 13, zwischen denen Zwischenkreiskondensatoren 14, 16 angeordnet sind, die einen Mittelabgriff 15 haben oder auch als ein Kondensator ausgeführt sein können. Auf den Spannungszwischenkreis 11 folgt ein (mit Leistungshalbleitern bestückter) Wechselrichter 10, der die erzeugte mehrphasige Wechselspannung über ein aus Filterdrosseln 17, 18 und 19 sowie Filterkondensatoren 23, 24 und 25 gebildetes Filter an entsprechenden Ausgangsklemmen 20, 21 und 22 abgibt. Die Filterdrosseln 17-19 liegen jeweils in Serie mit den Ausgangsklemmen 20-22. Die Filterkondensatoren 23-25 führen von den Ausgangsklemmen 20-22 zu einem gemeinsamen Kondensatorsternpunkt 26.

**[0004]** Bei einer anderen bekannten Filterschaltung, die in Fig. 2 wiedergegeben ist, sind die Filterkondensatoren 27, 28, 29 im Dreieck, d.h., jeweils zwischen zwei der Ausgangsklemmen 20-22, geschaltet.

**[0005]** Bei einer weiteren Filterschaltung, die in Fig. 3 dargestellt ist, und die ebenfalls aus der eingangs genannten Druckschrift (Fig. 3) bekannt ist, sind je drei Filterkondensatoren 30-32 und 33-35 von den Ausgangsklemmen 20-22 gemeinsam zu den Klemmen 12 und 13 des Spannungszwischenkreises 11 zurückgeführt.

**[0006]** Die Schaltungen aus Fig. 1 und 2 filtern nur die reinen Drehspannungssysteme. Das Gleichsystem hingegen wird nicht gefiltert. Die Spannungssprünge im Gleichsystem gehen ungehindert an die Anschluss-

sklemmen 20-22 der Last weiter, falls nicht der Sternpunkt der Last oder in Fig. 1 der Kondensatorsternpunkt 26 geerdet ist. Beide Massnahmen sind jedoch nicht generell einsetzbar.

**[0007]** Die Schaltung gemäss Fig. 3 hat diese Nachteile nicht. Ihr Nachteil ist system-technischer Natur und kommt zum Tragen, wenn die Einsatzbedingungen für das Filter derart sind, dass es ohne Zusatzmassnahmen ständig zu Eigenschwingungen angeregt wird. Diese Eigenschwingungen sind verlustfrei nur durch eine Regelung bedämpfbar, die in die Schaltfolge des Wechselrichters 10 eingreift. Die Schaltfolge des Wechselrichters 10 wird heutzutage üblicherweise von einem Regelrechner bestimmt, der aufgrund der Lastbedingungen die Schaltbefehle für die Leistungsschalter im Wechselrichter ermittelt. Der Regelrechner arbeitet üblicherweise wegen der Symmetrie des Ausgangs in nur 2 Koordinaten. Daraus können die Schaltzustände der 3 Phasen bestimmt werden. In der Schaltung nach Fig. 3 sind aus Sicht des Filters die 3 Phasen entkoppelt. Eine Resonanzregelung muss also mit 3 unabhängig wirkenden regelkreisen ausgeführt werden. Damit ist die Resonanzausregelung nicht mehr einfach in die Lastregelung integrierbar. Da beide Teile der Regelung auf die gleiche Stellgrösse zugreifen, dürfen sie jedoch nicht entkoppelt arbeiten. Eine Lösung dieses Konfliktes erfordert in jedem Fall einen erheblichen Zusatzaufwand. Ein weiterer Nachteil der Schaltung nach Fig. 3 ist die hohe zusätzliche Strombelastung der Zwischenkreiskondensatoren und des Wechselrichters, die sich insbesondere bei niedrigen Schaltfrequenzen der Wechselrichter-Halbleiterschalter aus der Umladung der Filterkondensatoren durch das Spannungs-Gleichsystem ergeben. Die gleichen Nachteile ergeben sich auch, wenn man in der Schaltung aus Fig. 1 den Kondensatorsternpunkt 26 direkt mit einer der Klemmen 12, 13 oder dem Mittelabgriff 15 verbindet.

### DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

**[0008]** Es ist Aufgabe daher der Erfindung, einen U-Umrichter der eingangs genannten Art so zu verändern, dass ohne grossen Zusatzaufwand eine wirksame Filterung auch des Gleichsystems realisiert wird.

**[0009]** Die Aufgabe wird bei einem U-Umrichter der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass der Kondensatorsternpunkt über ein RC-Glied mit einem Kondensator und einem Widerstand an den Spannungszwischenkreis angeschlossen ist. Der Kondensator des RC-Gliedes eliminiert stationäre Ströme durch den Widerstand des RC-Gliedes. Der Widerstand des RC-Gliedes dient als Dämpfungswiderstand und dämpft die Schwingungen.

**[0010]** Eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemässen Schaltung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Kapazität des Kondensators sehr viel kleiner ist als die Kapazität der Filterkondensatoren. Hierdurch wird die Resonanzregelung für das Hauptfilter mit

den Filterdrosseln und Filterkondensatoren nicht beeinflusst. Die Steilheit der Spannungssprünge im Gleichsystem wird jedoch wirksam begrenzt. Durch eine geeignete Auslegung wird gleichzeitig die hochfrequente Resonanz wirksam bedämpft, ohne unakzeptabel hohe Verluste zu verursachen.

**[0011]** Weitere Ausführungsformen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

#### KURZE ERLÄUTERUNG DER FIGUREN

**[0012]** Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen

Fig. 1-3 verschiedene Filterschaltungen für U-Umrichter nach dem Stand der Technik; und

Fig. 3-6 verschiedene Ausführungsbeispiele für eine Filterschaltung nach der Erfindung, wobei der Sternpunkt über das RC-Glied an unterschiedlichen Stellen an den Spannungszwischenkreis angeschlossen ist.

#### WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

**[0013]** Ausgehend von einer Schaltung, wie sie in Fig. 1 dargestellt ist und zum Stand der Technik gehört, wird gemäss der Erfindung der Kondensatorsternpunkt 26 über ein RC-Glied aus einem Kondensator und einem Widerstand an den Spannungszwischenkreis 11 angeschlossen (zurückgekoppelt). Hierdurch werden die Sprünge im Gleichanteil zwar nicht vollständig eliminiert, aber auf ein tolerierbares Mass (z.B. 500 V/ $\mu$ s) begrenzt. Der Anschluss kann dabei gemäss den Ausführungsbeispielen aus Fig. 4 bis 6 an verschiedenen Stellen erfolgen. Gemäss Fig. 4 wird der Kondensatorsternpunkt 26 über das aus Kondensator 36 und Widerstand 37 bestehende RC-Glied 38 auf die Klemme 12 (positive Klemme) des Spannungszwischenkreises 11 zurückgekoppelt. Gemäss Fig. 6 wird der Kondensatorsternpunkt 26 über das aus Kondensator 36 und Widerstand 37 bestehende RC-Glied 38 auf die Klemme 13 (negative Klemme) des Spannungszwischenkreises 11 zurückgekoppelt. Gemäss Fig. 5 wird - wenn vorhanden - der Mittelabgriff 15 der Zwischenkreiskondensatoren 14, 16 als Anschlusspunkt für das RC-Glied 38 verwendet.

**[0014]** Für einen Umrichter von 1MVA/4kV in Dreipunktschaltung mit 500 Hz Schaltfrequenz mit einer Filterschaltung nach der Erfindung wurden verschiedene beispielhafte Simulationen durchgeführt. Bei einer Kapazität des Kondensators 36 von 82,9 nF und einem Widerstand 37 von 603 Ohm ergaben sich dabei Verluste von 341 Watt und Steilheiten  $du/dt$  im Gleichsystem von 495 V/ $\mu$ s.

#### BEZEICHNUNGSLISTE

##### [0015]

5	10	Wechselrichter
	11	Spannungszwischenkreis
	12,13	Klemme (Zwischenkreis)
	14,16	Zwischenkreiskondensator
	15	Mittelabgriff (Zwischenkreiskondensator)
10	17,18,19	Filterdrossel
	20,21,22	Ausgangsklemme
	23,24,25	Filterkondensator
	26	Kondensatorsternpunkt
	27,28,29	Filterkondensator
15	30,...,35	Filterkondensator
	36	Kondensator (RC-Glied)
	37	Widerstand (RC-Glied)
	38	RC-Glied
	39	U-Umrichter
20		

#### Patentansprüche

1. U-Umrichter (39) mit einem Spannungszwischenkreis (11) und einem auf den Spannungszwischenkreis (11) folgenden Wechselrichter (10), welcher Wechselrichter (10) an seinen Ausgängen eine 3-phasige Wechselfrequenz abgibt und über eine Filteranordnung (17,...,19; 23,...,25) mit den Ausgangsklemmen (20,...,22) des U-Umrichters (39) in Verbindung steht, wobei die Filteranordnung jeweils eine zur Ausgangsklemme (20,...,22) in Serie liegende Filterdrossel (17,...,19) und einen von der Ausgangsklemme (20,...,22) zu einem gemeinsamen Kondensatorsternpunkt (26) führenden Filterkondensator (23,...,25) umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass der Kondensatorsternpunkt (26) über ein RC-Glied (38) mit einem Kondensator (36) und einem Widerstand (37) an den Spannungszwischenkreis (11) angeschlossen ist.
2. U-Umrichter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kapazität des Kondensators (36) sehr viel kleiner ist als die Kapazität der Filterkondensatoren (23,...,25).
3. U-Umrichter nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Kondensatorsternpunkt (26) über das RC-Glied (38) an die positive Klemme (12) des Spannungszwischenkreises (11) angeschlossen ist.
4. U-Umrichter nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Kondensatorsternpunkt (26) über das RC-Glied (38) an die negative Klemme (13) des Spannungszwischenkreises (11) angeschlossen ist.

5. U-Umrichter nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Spannungszwischenkreis (11) Zwischenkreiskondensatoren (14, 16) mit einem Mittelabgriff (15) aufweist, und dass der Kondensatorsternpunkt (26) über das RC-Glied (36, 37, 38) an den Mittelabgriff (15) der Zwischenkreiskondensatoren (14, 16) angeschlossen ist.

10

15

20

25

30

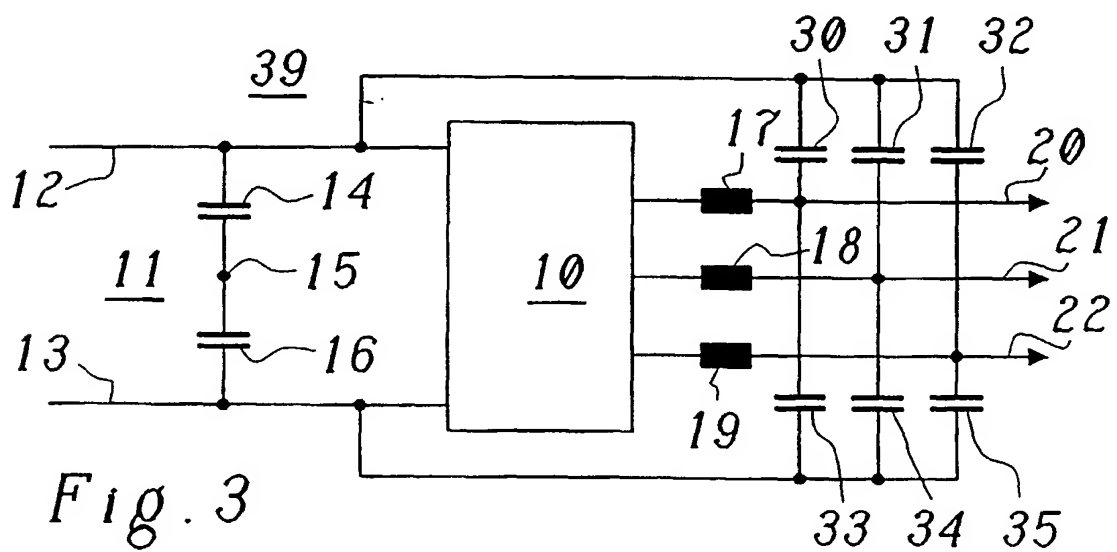
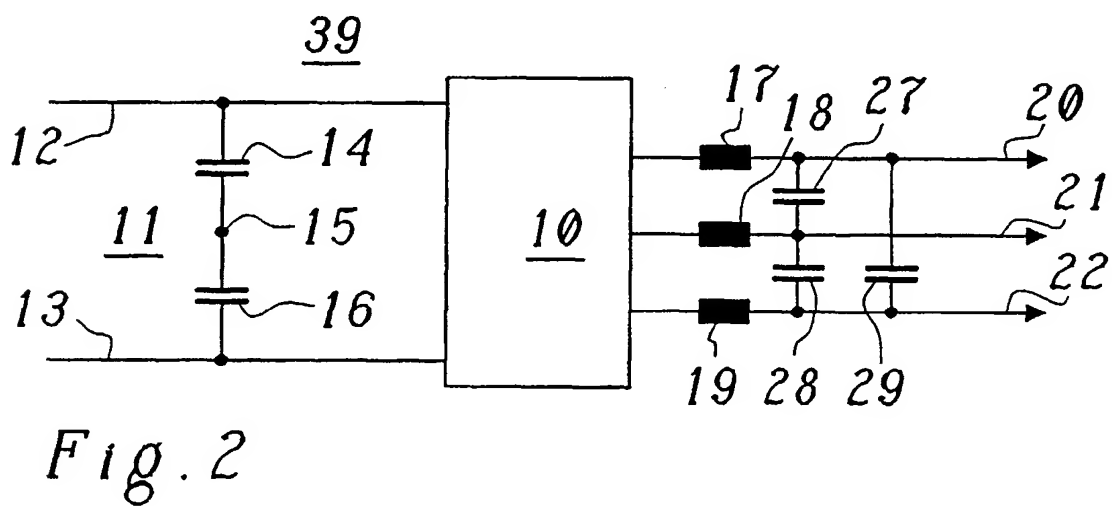
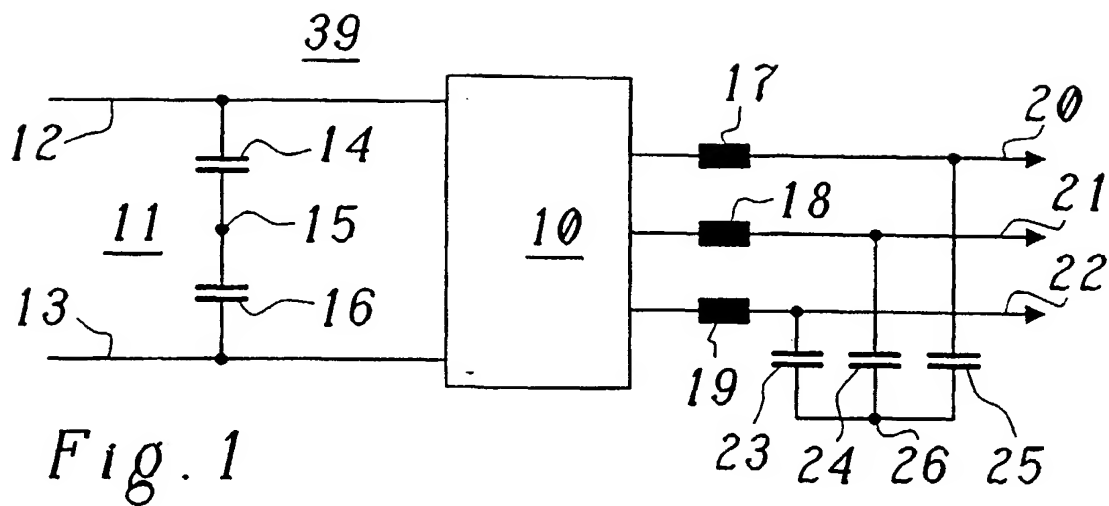
35

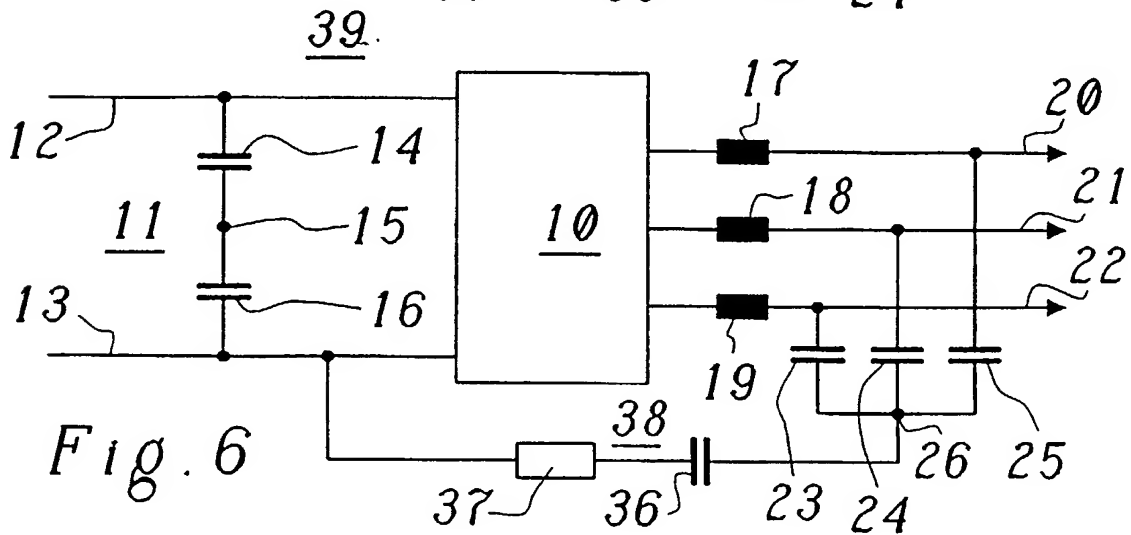
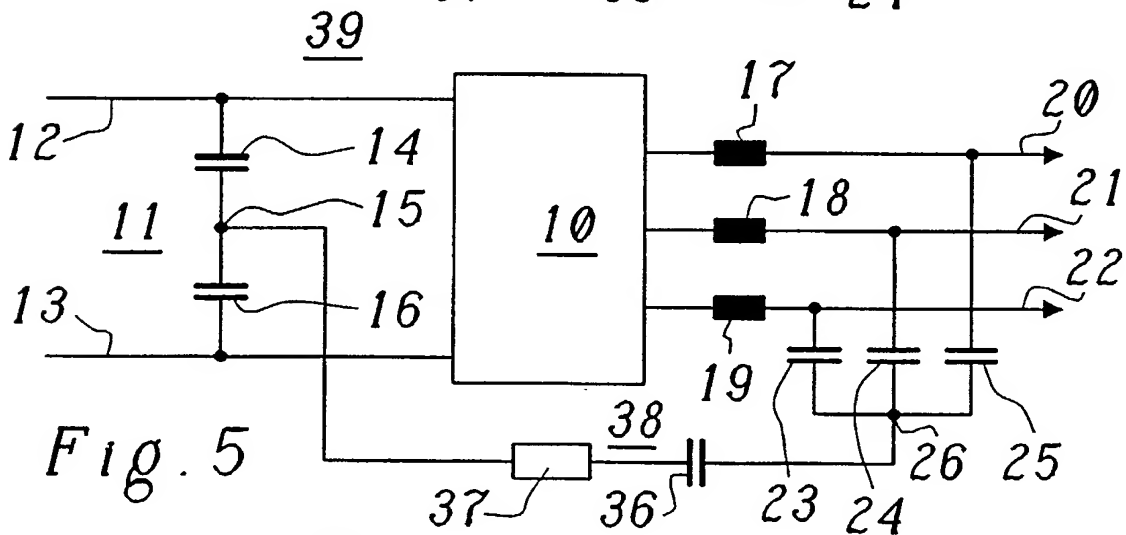
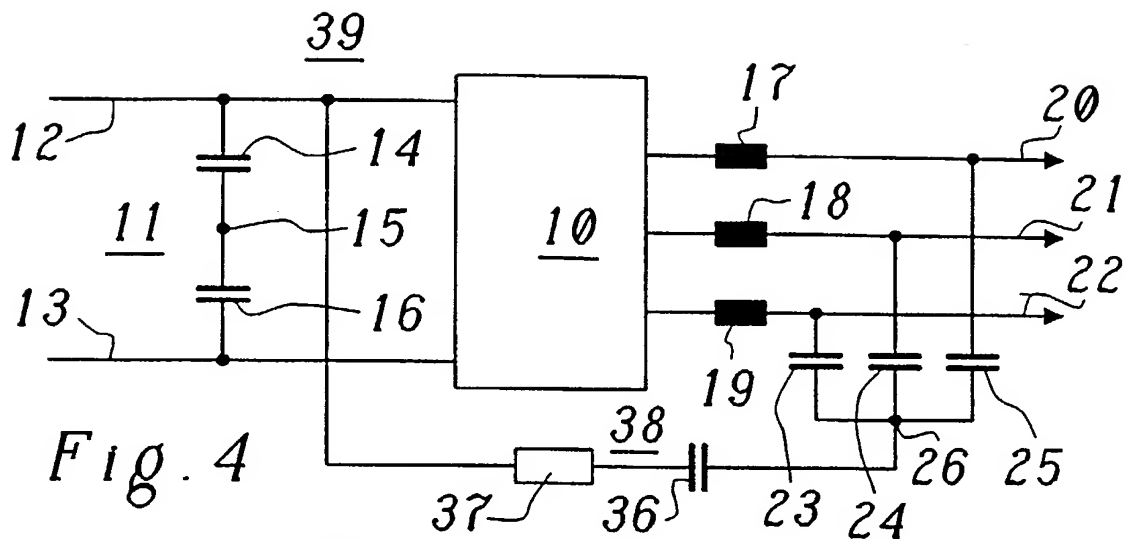
40

45

50

55





(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 899 859 A3**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(88) Veröffentlichungstag A3:  
07.06.2000 Patentblatt 2000/23

(51) Int Cl.7: **H02M 1/12, H02M 7/48**

(43) Veröffentlichungstag A2:  
03.03.1999 Patentblatt 1999/09

(21) Anmeldenummer: **98810725.6**

(22) Anmeldetag: **28.07.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(72) Erfinder:  
• **Steinke, Jürgen, Dr.**  
**79774 Albbruck (DE)**  
• **Stulz, Christian, Dr.**  
**8008 Zürich (CH)**

(30) Priorität: **23.08.1997 DE 19736786**

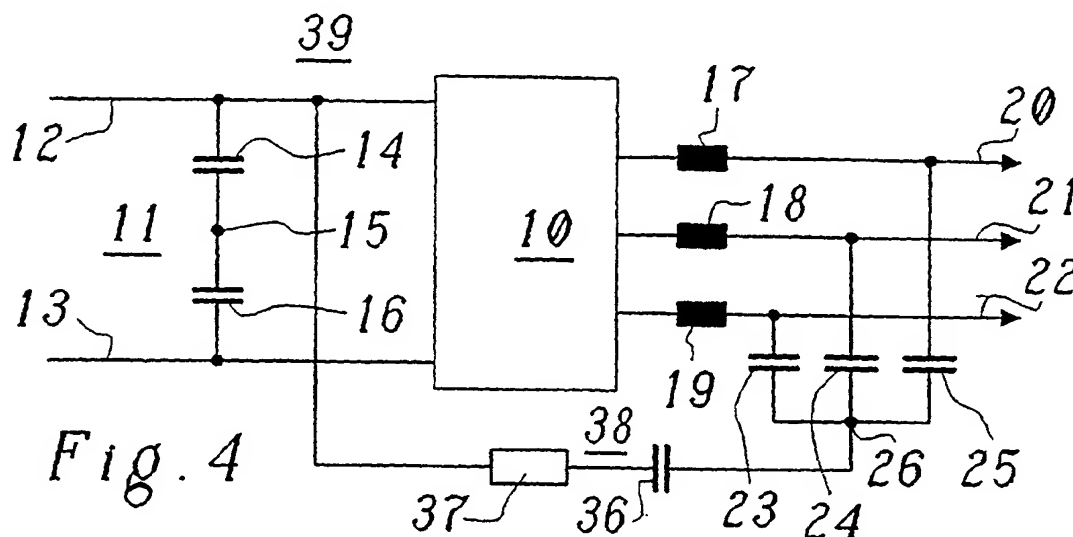
(74) Vertreter: **Lück, Gert, Dr. et al**  
**ABB Business Services Ltd,**  
**Intellectual Property (SLE-I)**  
**5401 Baden (CH)**

(71) Anmelder: **Asea Brown Boveri AG**  
**5401 Baden (CH)**

(54) **U-Umrichter**

(57) Bei einem U-Umrichter (39) mit einem Spannungszwischenkreis (11) und einem auf den Spannungszwischenkreis (11) folgenden Wechselrichter (10), welcher Wechselrichter (10) an seinen Ausgängen eine 3-phasige Wechselspannung abgibt und über eine Filteranordnung (17,...,19; 23,...,25) mit den Ausgangsklemmen (20,...,22) des U-Umrichters (39) in Verbindung steht, wobei die Filteranordnung jeweils eine zur

Ausgangsklemme (20,...,22) in Serie liegende Filterdrossel (17,...,19) und einen von der Ausgangsklemme (20,...,22) zu einem gemeinsamen Kondensatorsternpunkt (26) führenden Filterkondensator (23,...,25) umfasst, wird eine wirksame Dämpfung des Gleichsystems dadurch erreicht, dass der Kondensatorsternpunkt (26) über ein RC-Glied (38) mit einem Kondensator (36) und einem Widerstand (37) an den Spannungszwischenkreis (11) angeschlossen ist.



EP 0 899 859 A3



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 98 81 0725

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	US 5 526 252 A (ERDMAN WILLIAM L) 11. Juni 1996 (1996-06-11) * Zusammenfassung; Abbildung 6 *	1	H02M1/12 H02M7/48
A	EP 0 682 395 A (SCHAFFNER ELEKTRONIK AG) 15. November 1995 (1995-11-15) * das ganze Dokument *	1	
A	US 4 976 334 A (BROOKS GARY E) 11. Dezember 1990 (1990-12-11) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1	
A	EP 0 473 192 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 4. März 1992 (1992-03-04) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1	
A	WO 94 28615 A (SPRINGMANN WALTER ; SCHWAB ROLAND (DE); SIEMENS AG (DE)) 8. Dezember 1994 (1994-12-08) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 * * Seite 1-5; Ansprüche 1-7 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			H02M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
DEN HAAG		13. April 2000	
		Prüfer	
		Thisse, S	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 98 81 0725

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

13-04-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5526252 A	11-06-1996	WO 9634326 A AU 2466995 A	31-10-1996 18-11-1996
EP 0682395 A	15-11-1995	KEINE	
US 4976334 A	11-12-1990	CA 2031069 A,C	06-06-1991
EP 0473192 A	04-03-1992	JP 2707814 B JP 4251574 A DE 69111338 D DE 69111338 T HK 1006050 A KR 9610827 B	04-02-1998 07-09-1992 24-08-1995 21-03-1996 05-02-1999 09-08-1996
WO 9428615 A	08-12-1994	DE 9307806 U	26-08-1993

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82